

ANSWER 2 OF 6 WPINDEX COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

AN 97-171546 [16] WPINDEX

DNN N97-141476 DNC C97-055054

TI Prodn. of semiconductor devices comprising dry etching process - where substrate with film is placed on an electrode in reactor, contg. fluorocarbon etching gas and plasma is generated in reactor for etching film.

DC L03 U11

PA (TOKE) TOSHIBA KK

CYC 3

PI JP 09036091 A 970207 (9716)* 5 pp H01L021-3065 <--

TW 302509 A 970411 (9728) H01L021-311

KR 97008375 A 970224 (9812) H01L021-302

ADT JP 09036091 A JP 95-183652 950720; TW 302509 A TW 96-108371 960710; KR 97008375 A KR 96-29111 960719

PRAI JP 95-183652 950720

IC ICM H01L021-302; H01L021-3065; H01L021-311

ICS C23F004-00; C30B033-12

AB JP09036091 A UPAB: 19970417

Prodn. of semiconductor devices comprises: (1) a semiconductor substrate with a given film is placed on an electrode in a reactor; (2) fluorocarbon etching gas contg. CO in its formula is introduced into the reactor; and (3) RF voltage is applied to the electrode so as to generate plasma in the reactor and the given film is etched with the plasma. Also claimed is a dry etching process where a given film with an etching mask is dry-etched with a specific etching gas in a reactor. The etching gas is a fluorocarbon gas in which halide, C and CO are chemically bonded together.

USE - For producing semiconductor devices.

ADVANTAGE - The etching gas is non-flammable, non-explosive, and safe.

Dwg.1/2

FS CPI EPI

FA AB; GI

MC CPI: L04-C07B

E

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-36091

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	F
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	E
C 3 0 B 33/12		7202-4G	C 3 0 B 33/12	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-183652

(22) 出願日 平成7年(1995)7月20日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 樋口 勝敏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝多摩川工場内

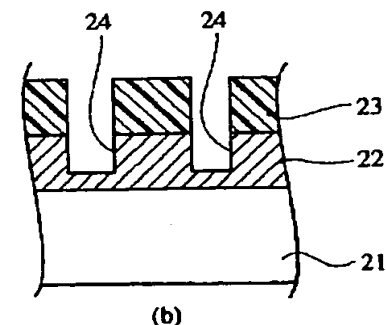
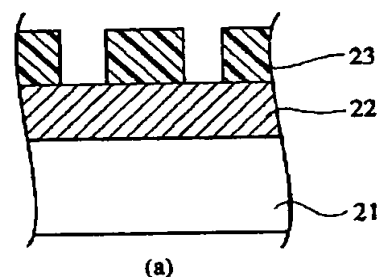
(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 プラズマを利用したドライエッチング方法において、従来より開発が進められているフロロカーボンガスとCOの混合ガスを用いた場合と同程度のエッチング特性を有すると共に、引火や発火等の危険をなくし、安全性の確保が容易なエッチング方法を実現する。

【構成】 COを組成式に含むフロロカーボンガスをドライエッチングにおけるエッチングガスとして用い、例えば、ウエハ21上に形成され、レジスト23等のマスクが形成されたシリコン酸化膜22に、所定のパターンの開孔24を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応室内の電極に所定膜が形成された半導体基板を載置する工程と、

前記反応室内にCOを組成式中含むフロロカーボンガスを導入する工程と、

前記電極に高周波電圧を印加し前記反応室内にプラズマを生成し前記所定膜をエッチングするドライエッチング工程を有する半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記反応ガスは、 $\text{CF}_3\text{FCOCF}_2$ (hexafluoropropen oxide) または CF_3COCF_3 (hexafluoroacetone) であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記所定膜は、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜またはシリコン膜であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 エッチングマスクが形成された所定膜を、反応室内に導入された反応ガスの作用によりエッチングするドライエッチング工程を有する半導体装置の製造方法において、

前記反応ガスに、ハロゲン化物とCとCOが化学結合したフロロカーボンガスを用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記所定膜は前記反応室内に設けられた電極上に載置され、前記電極に電圧を印加することにより前記反応室内にプラズマが生成され、前記プラズマにより前記フロロカーボンガスを構成するCOが前記フロロカーボンガスから解離することを特徴とする請求項4記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の製造方法、特に半導体装置を製造する際のプラズマを利用したドライエッチングにおける反応性ガスの種類に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より半導体装置の製造においては、各種の膜を所望の形状に加工するエッチング技術が用いられており、近年の半導体装置の微細化に供なって益々その技術の重要度も増している。エッチング技術には種々の方法があるが、この中でプラズマを利用したドライエッチング技術は、その代表的な方法の一つとして知られている。

【0003】 続いて、従来より用いられている一般的なドライエッチング技術について説明する。エッチング工程においては、まず初めにエッチング装置内にガス導入管から後述する反応ガスが導入される。尚、反応室内は減圧状態に保たれている。エッチング対象であるウエハが載置されたカソード電極に、高周波電源から数百kHz～数十MHz程度の電圧が印加されると、反応室内に導入された反応ガスが解離し、反応室内にプラズマ雰囲気が生成される。よってこの解離した反応ガスの一部が、レ

ジスト等のマスクに覆われずに露出しているシリコン酸化膜と反応し、これを分解することによってエッチングが進行する。反応が終了し、組成が変化した反応ガスは、ガス排出管より排出される。排出されたガスは装置の外部に流出することなく、吸着処理や燃焼処理、水溶解等が行われ安全に処理される。

【0004】 ドライエッチングにおける反応ガスとしては、エッチング対象に対するエッチング速度が速く、且つ、レジスト等のエッチングマスクのエッチング速度に対するエッチング対象のエッチング速度の比（エッチングレート）が大きいものが望ましい。よって従来よりこれらの性質を満足する反応ガスとして、ClやF等のハロゲン化物と炭素が化学結合したフロロカーボンガスが用いられており、この中でシリコン酸化膜のエッチングにおいては特に CF_4 、 CHF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 等が代表的である。

【0005】 これらのフロロカーボンガスを反応ガスとして用いた場合には、プラズマ雰囲気中で反応ガスからカーボン系のラジカル種が解離し、エッチング対象のウエハ上に重合膜として堆積する結果、マスクのエッチング速度を低下させ、エッチングレートを大きくする働きがあると考えられている。またその他フロロカーボンガスから解離したF等の揮発性のガスがシリコン酸化膜と反応し、エッチングが進行するのである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで近年になって、上記のようなフロロカーボンガスにより解離して生成されるカーボン系ラジカル種がパーティクルを生じ、デバイス欠陥を生じさせる原因になるとの指摘がなされるようになった。この現象は特にCの元素比率が比較的大きいフロロカーボンガスをを用いた場合に顕著である。この現象を回避するためには、Cの元素比率が比較的小さいフロロカーボンガスをを用いるべきであるが、逆に上記の重合膜の堆積速度が遅くなるため、エッチングレートを増加させる効果が減少することや、エッチング対象に対するエッチング速度を低下させる等の課題が生じている。

【0007】 このような課題を解決するために、例えば特開平6-163475号公報や日経マイクロデバイス1995年2月号54頁から61頁には、上記のようなフロロカーボンガスにCOを添加する技術が開示されている。

【0008】 これらの技術は、反応室内に上記のようなフロロカーボンガスとCOとを導入するものであり、フロロカーボンガスとCOの混合ガスに含まれるCにより、プラズマ中でカーボン系ラジカル種が生成し、エッチング対象であるウエハ上に重合膜が堆積される。またこれと共に、混合ガス中のOによりプラズマ中で酸素ラジカル種が生成され、重合膜を酸化させ気化させるため、重合膜の堆積速度を低下させ、またCOはO或いは CO_2 よりもCの元素比率が高いため、カーボン系ラジ

カル種の堆積の効果が強く現れ、パーティクルの生成が抑制され、シリコン酸化膜のエッチング速度が向上すると解されている。

【0009】しかしながら、上記の公報等に記載されている技術を実用化するのには難点がある。これは、従来より用いられてきたフロロカーボンガスの他に、さらにCOを反応室内に導入する必要があるため、これに係る装置の付帯設備が増加する点、及びCOは可燃性ガスであり、また有毒ガスでもあるため、管理基準が厳しく、この取扱いについて多大な注意が必要である点等が挙げられるためである。特にCOは発火点が摂氏651度と比較的低温であるため、常に引火または発火する危険性を有している。このため反応室内への導入前の取扱いや、反応室内に導入させる際の流量の制限、エッチング時の条件の制約等が必要となり、エッチング工程における安全性を確保を図る上で、大きな障害となっている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記のように、従来よりフロロカーボンガスとのCOと混合ガスをエッチングガスとして用いる技術が開発されているが、この方法を実際のプロセスに用いるには安全性を確保する上で、COの可燃性の問題が大きな障害となっている。本発明においては、上記の課題を解決すべく、以下のような手段を用いる。すなわち、反応室内の電極に所定膜が形成された半導体基板を載置する工程と、前記反応室内にCOを組成式中含むフロロカーボンガスを導入する工程と、前記電極に高周波電圧を印加し前記反応室内にプラズマを生成し前記所定膜をエッチングするドライエッチング工程を有する半導体装置の製造方法を提供することにより、特に前記反応ガスは、 $\text{CF}_3\text{FCOCF}_2$ (hexafluoropropene oxide) または CF_3COCF_3 (hexafluoroacetone) とすることにより、本発明はより効果的となる。

【0011】

【作用】本発明によれば、COをその組成式中含むフロロカーボンガスを、ドライエッチングにおけるエッチングガスとして使用する。これにより従来より開発が進められているフロロカーボンガスとCOをエッチングガスとして用いた場合と比べ、そのエッチング速度やエッチングレートに遜色がなく、また良好なエッチング特性を維持しつつ、さらにCOをその組成式中含むフロロカーボンガスは、通常のドライエッチングの使用状態においては、引火や発火する危険は皆無であり、また毒性についてもCOほど高くないため、反応室内への導入前の取扱いや、反応室内に導入させる際の流量の制限、エッチング時の条件の制約等を考慮する必要がなく、通常と同様にフロロカーボンガスを単独でエッチングガスとして用いる場合と同程度の管理で十分なものとした。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。本

発明において用いるエッチング装置は、従来より用いられているエッチング装置と同様であり、図1の概略図に示すような装置が用いられる。図1において、反応室11内のカソード電極12側に、エッチング対象であるウエハ13が載置されている。反応室11には、反応ガスを導入するガス導入管14と反応が終了した排気ガスを排出するガス排出管15が設けられている。またカソード電極12にはプラズマを発生させるための高周波電源16が接続され、またカソード電極12と対抗する位置には、接地電圧17に接続されたアノード電極18が配置されている。この接続方法はカソードカップリングと称されるが、接続関係を上記と反対にしたアノードカップリングと称される方法がとられる場合もある。

【0013】次に本発明におけるエッチング工程の一例について説明する。尚、以下の説明においては、ウエハ上に形成されたシリコン酸化膜に、所定の幅の開孔を形成する際の、エッチング工程について述べる。

【0014】上記に示したエッチング装置内のカソード電極12には、図2(a)に示すように、シリコン酸化膜22が表面上に形成され、さらにシリコン酸化膜22表面上に所定のパターンを有するレジスト23が形成されたウエハ21が載置されている。

【0015】気圧が1~500mtorr程度に保たれた反応室11内に、後に細詳するCOを組成式中含むフロロカーボンガスが1~500sccm程度でガス導入管14から導入される。その後、カソード電極12に高周波電源16から数百kHz~数十MHz程度の電圧が印加されると、反応ガスが解離し、プラズマ雰囲気が生成される。よってこの解離した反応ガスの一部が、レジスト23のマスクに覆われていない部分のシリコン酸化膜22と反応し、シリコン酸化膜22を分解することによって異方性エッチングが進行し、最終的に図2(b)で示すような開孔24がシリコン酸化膜22に形成される。反応が終了し組成が変化した反応ガスは、ガス排出管15より排出される。

【0016】本発明の特徴は、従来より開発が進められてきたエッチングガスであるフロロカーボンガスとCOの混合ガスの代わりに、CO自体をその組成式中含むフロロカーボンガスを用いる点にある。尚、前述してきたように、従来よりフロロカーボンガス自体は存在していたが、その組成式中にCOを含むガスをエッチングガスとして用いることは行われていなかったことを付記しておく。

【0017】このCOを組成式中含むフロロカーボンガスの具体例としては、 $\text{CF}_3\text{FCOCF}_2$ (hexafluoropropene oxide) や CF_3COCF_3 (hexafluoroacetone) が代表的である。尚、前者のガスは沸点が摂氏-42度、後者のガスは沸点が摂氏-26度であり、常温、常圧下においてはガス化しておりエッチング装置への導入はガス状のまま容易に行うことができる。上記に挙げた2

種類のガスの他、 CF_3COF 、 CF_3COCOF 等、少なくともF或いはC1とCと、さらにCOが化学結合を有するガスについて本発明に用いることができる。

【0018】これらCOをその組成式中含むフロロカーボンガスを、ドライエッチングにおけるエッチングガスとして使用しても、従来より開発が進められているフロロカーボンガスとCOをエッチングガスとして用いた場合と比べ、そのエッチング速度やエッチングレートに遜色がないことが、本発明者によって初めて見いだされた。

【0019】さらにCO自体をその組成式中含むフロロカーボンガスは、通常のドライエッチングの使用状態においては、引火や発火する危険はなく、また毒性についてもCOほど高くないので、フロロカーボンガスとCOの混合ガスを用いる場合に比べ、安全管理は容易であり、反応室内への導入前の取扱いや、反応室内に導入させる際の流量の制限、エッチング時の条件の制約等を考慮する必要はなく、通常と同様にフロロカーボンガスを単独でエッチングガスとして用いる場合と同程度の管理で十分である。

【0020】上記のようなCOをその組成式中含むフロロカーボンガスが、フロロカーボンガスとCOの混合ガスと同様に、そのエッチング速度やエッチングレートについて効果を有するのは、エッチング工程において、反応室内でのプラズマの生成によって、CO自体がそれを含むフロロカーボンガスから分解するため、あたかもCOをその組成式に含まない CF_4 や C_2F_6 等のフロロカーボンガスとCOを混合ガスとして反応室内に導入したのと、同様の状態となっているためであると解される。

【0021】従って従来と同様に、フロロカーボンガスとCOとの混合ガス中に含まれるCにより、プラズマ中でカーボン系ラジカル種が生成し、エッチング対象であるウエハ上に重合膜が堆積される。一方、混合ガス中のOによりプラズマ中で酸素ラジカル種が生成され、重合膜を酸化させ気化させるため、重合膜の堆積速度を低下させる働きがあり、またCOはO或いは CO_2 よりもCの元素比率が高いため、カーボン系ラジカル種の堆積の効果が強く現れ、パーティクルの生成が抑制され、シリコン酸化膜のエッチング速度が向上するのである。

【0022】以上、本発明の実施例について説明した

が、本発明のドライエッチング方法は、シリコン酸化膜に開孔を形成する際のエッチングにとどまらず、シリコン窒化膜のエッチングやシリコン膜のエッチング等にも適用できる。また上記に示したエッチング工程により形成した開孔は、下地配線や拡散層等とのコンタクトホールやビアホールに用いることができる他、埋め込み配線層を形成する際にも層間膜のエッチング方法として用いることができるのは言うまでもない。さらにエッチングレートを向上させるためAr等の他の反応ガスと混合させて用いることもできる。さらにエッチング対象に供なって、反応室内の気圧やガスの流量等は適宜選択することも勿論可能である。

【0023】

【発明の効果】本発明においては、プラズマを利用したドライエッチング方法において、エッチングガスとしてCOを組成式中含むフロロカーボンガスを用いることにより、従来より開発が進められているフロロカーボンガスとCOの混合ガスを用いた場合と同程度のエッチング性能を有すると共に、引火や発火の危険がないガスを用いたため、安全確保に関する点は、従来と同様にフロロカーボンガスを単独で用いた場合と同程度で済むエッチング方法を実現した。

【図面の簡単な説明】

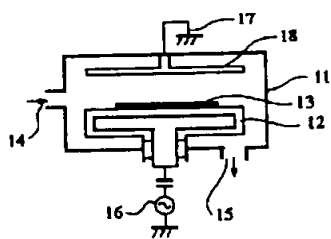
【図1】本発明の実施例に用いるエッチング装置の一例を示す概略図。

【図2】本発明の実施例による半導体製造工程の一例を示す断面図。

【符号の説明】

- | | |
|-----|---------|
| 1 1 | 反応室 |
| 1 2 | カソード電極 |
| 1 3 | ウエハ |
| 1 4 | ガス導入管 |
| 1 5 | ガス排出管 |
| 1 6 | 高周波電源 |
| 1 7 | 接地電圧 |
| 1 8 | アノード電極 |
| 2 1 | ウエハ |
| 2 2 | シリコン酸化膜 |
| 2 3 | レジスト |
| 2 4 | 開孔 |

【図 1】



【図 2】

